

# 論文審査の結果の要旨

氏名 藤原 慎一

絶滅した脊椎動物の姿勢復元に関する研究は多く行われている。しかし脊椎動物の骨化石関節を保ったまま化石化したものは稀で、そのような良好な状態の化石でも、生息時の姿勢を確認することはできない。従来の絶滅脊椎動物は主観的に姿勢復元がなされる例がほとんどで、その復元には理論的根拠の乏しいものが多かった。本論文で藤原君は、まず骨格の力学的なバックグラウンドを重視し、定量的かつ客観的な復元モデルを構築した。さらに現生脊椎動物の骨格標本をもとに、そのモデルが様々な現生脊椎動物に当てはまることを確かめた後、それを絶滅脊椎動物化石に当てはめ、姿勢の復元を行った。つまり十分なデータと力学的な解析手法に基づくモデルを用いて、過去の脊椎動物の姿勢復元を行った。本論文の研究は古脊椎動物学において先駆的な業績で、非常にレベルの高い研究である。

本論文ではまず四肢動物の前肢の位置に関する考察を行っている。従来、絶滅した四肢動物の肩帯の位置、つまり前肢が前後に伸びる胴体のどの部位に位置していたのかを復元することは容易ではなかった。これは前肢が肋骨や椎骨には直接関節せず、単に筋肉（腹鋸筋）を介して両者が繋がっているためである。本論文は、その前肢の位置を腹鋸筋が付着する位置にある肋骨の力学的な特性から明らかにするモデルを提唱した。四足歩行動物の胴体は肋骨を介して、前肢から筋肉でつり下げられた関係にあり、腹鋸筋で体を支えている。そして肋骨は前肢から伸びる腹鋸筋が付着した部位と前肢とは関係しない部位ではその力学的特性が全く異なるはずである。つまり前肢の付着に関与する肋骨は力学的に強く、これに関与しない肋骨は比較的強度が弱いはずである。藤原君は11種類の現生脊椎動物について調べた。肋骨の強度は有限要素法を用い、骨形態を2次元のデジタルデータで示し、実際の不可が肋骨の末端に鉛直方向にかかったとき、肋骨の各部位にかかる負荷の大きさを定量的に示した。その結果、現生の四肢動物では前肢の付着部位にある肋骨の強度は他の部位の肋骨に比べて明瞭に強い強度を示した。そして化石の肋骨形態に対しこのモデルを当てはめ、どの肋骨が末端に与えられた効力に対して最も大きな効力まで耐えることができるのかを有限要素法で確かめ、その部位に前肢が付着していたとする推測を行った。この手法を用いることにより、一部絶滅動物の前肢の付着位置を推定することに成功した。

さらに藤原君は化石四肢動物の前肢骨格がどのような角度で関節し、主にどのような角度で歩行時や直立時の姿勢を保持していたのかを類推するモデルの構築を行った。肘関節の角度は可動性に富んでいるため、絶滅動物ではその角度を推定することは容易ではない。

この研究では、まず現生 25 属の前肢骨格標本とこれらの動物の立脚時の姿勢を観察し、これらの動物が尺骨の上面に突出する肘頭突起の上に付着する筋肉が最も大きなモーメントを発揮できる角度で、すなわち上腕と肘頭突起のなす角度が直行するように前肢姿勢を保っていることを確認した。そしてこの関係、すなわち肘頭突起と上腕がほぼ直角に保たれる角度を化石四肢動物に適応し、これらの前肢の姿勢復元を行うことに成功した。特に従来、様々な解釈がなされてきた新第三紀の哺乳動物の中の束柱類（デスモチルス類）、つまりデスモチルス属やパレオパラドキシア属の生息姿勢を復元したところ、デスモチルス属ではかなり直立した姿勢を、パレオパラドキシア属では前肢をやや屈曲させた姿勢を保持していたことが類推された。また中生代に繁栄した角竜類のうち四足歩行するレプトケラトプスやケラトプス科のアンキケラトプス、トリケラトプスの肘関節がほぼ 140 度に保たれていたことが推定された。また本論文では現生ワニ類の解剖学的観察により、肘頭突起を持たないワニ類がこのような突起に頼った姿勢保持をせず、肘関節の可動性が軟組織によって制限されていることも示された。

なお、本論文のうち、第 2 章は犬塚則久、桑流流理、吉川暢宏との共同研究であるが、いずれも論文提出者が主体となって研究を主導し、筆頭著者としてまとめる予定であり、論文提出者の寄与が十分であると判断される。

以上のように、様々な現生四肢動物の関節形態の力学的解析や関節角度のモーメントの考察からモデルを構築することにより、従来様々な復元されていた化石四肢動物の理論的な姿勢復元が可能になった。本論文は古脊椎動物学の古生態学において先駆的かつ非常にレベルの高い研究である。審査会では、本論文で用いられた新たなモデルにより、理論的に裏付けされた姿勢復元が化石動物に大きく道を開いた点、そして同様の力学的解析が古脊椎動物学における将来的な研究の可能性を与えた点を高く評価し、審査委員全員で博士（理学）の学位を授与できるとの判断を下した。